



# **Efecto del ejercicio físico acuático sobre la fatiga en personas con esclerosis múltiple: revisión sistemática y meta-análisis.**

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

**TRABAJO FÍN DE GRADO**

**Universidad Miguel Hernández**



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

Alumno: Tomás Ávila Alcolea  
Tutor académico: Francisco David Barbado Murillo  
Curso Académico: 2018-2019

# ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. RESUMEN .....                                       | 3  |
| 2. INTRODUCCIÓN .....                                  | 4  |
| 3. MÉTODO .....  | 6  |
| 3.1 Selección de estudios.....                         | 6  |
| 3.2 Estrategia de búsqueda .....                       | 6  |
| 3.3 Extracción de datos y evaluación de calidad.....   | 6  |
| 3.4 Análisis estadístico .....                         | 6  |
| 4. RESULTADOS .....                                    | 7  |
| 4.1 Características descriptivas de los estudios ..... | 8  |
| 4.2 Calidad de los estudios seleccionados .....        | 12 |
| 4.3 Tamaño del efecto .....                            | 12 |
| 5. DISCUSIÓN.....                                      | 13 |
| 6. CONCLUSIÓN .....                                    | 15 |
| 7. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN .....                     | 15 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA.....                                   | 16 |
| 9. ANEXOS .....  | 21 |



## 1. RESUMEN

La esclerosis múltiple (EM) es una enfermedad autoinmune progresiva crónica del sistema nervioso central que afecta al cerebro y la médula espinal y que se caracteriza por la destrucción de la mielina en las células nerviosas y la formación de cicatrices, que impiden el funcionamiento normal de las fibras nerviosas (Khan, Pallant, Brand y Kilpatrick, 2008). Los síntomas y signos de la esclerosis múltiple varían ampliamente, por lo que los pacientes pueden verse afectados en diferentes capacidades como la pérdida de visión y el no poder caminar (Halabchi, Alizadeh, Sahraian, y Abolhasani, 2017; Macías-Jiménez y Cano de la Cuerda, 2007). Hasta la fecha, no se han revisado los beneficios de la terapia acuática en personas con EM estudiando la fatiga. El objetivo de este estudio fue analizar el efecto del tratamiento acuático para personas con EM (hidroterapia, terapia acuática, ejercicios acuáticos) sobre uno de los principales síntomas de la misma, la fatiga. Para realizar dicha revisión se realizaron búsquedas en las bases de datos de PubMed, Scopus, y Google académico para identificar artículos relevantes publicados hasta el 30 de abril de 2019. Se identificaron un total de 148 artículos, de los cuales solo 6 cumplieron los criterios de inclusión. En cuanto a los resultados, la fatiga general, valorada a través de la escala MFIS, mostró un descenso significativo ( $p < 0.001$ ) ( $D_+ = -19.70$  puntos [95%CI = -27.27 a -12.13]). Respecto a la fatiga física, se mostró una mejora significativa ( $p < 0.01$ ) del grupo experimental respecto al grupo control ( $D_+ = -11.60$  puntos [95%CI = -15.66 a -7.54]), al igual que en la fatiga ( $p < 0.01$ ) ( $D_+ = -2.30$  puntos [95%CI = -2.88 a -1.73]). Por último, la fatiga cognitiva también constató una mejora significativa ( $p < 0.01$ ) de la fatiga en relación al grupo control ( $D_+ = -6.74$  puntos [95%CI = -12.15 a -1.33]). Como conclusión final de esta revisión sistemática y meta-análisis destacar que el ejercicio acuático disminuye de manera significativa los niveles de fatiga en todas las dimensiones en personas con EM. Por tanto y debido a los beneficios obtenidos en este estudio, sería interesante que en futuras investigaciones se determinara un protocolo de ejercicios acuáticos mostrando la intensidad, el volumen y la frecuencia más adecuada para personas con EM.

**Palabras clave:** “Ejercicio acuático, esclerosis múltiple, fatiga, prevención, prescripción”

## 2. INTRODUCCIÓN

La esclerosis múltiple (EM) es una enfermedad autoinmune progresiva crónica del sistema nervioso central que afecta al cerebro y la médula espinal y que se caracteriza por la destrucción de la mielina en las células nerviosas y la formación de cicatrices, que impiden el funcionamiento normal de las fibras nerviosas (Khan, Pallant, Brand y Kilpatrick, 2008). La mielina es una sustancia que rodea y aísla los nervios y permite que la transmisión del impulso nervioso sea rápida, por lo tanto, esta enfermedad provoca la aparición de placas escleróticas o placas de desmielinización en el cerebro y en la médula espinal que impiden el funcionamiento normal de las fibras nerviosas. Si la mielina se lesiona o destruye, lo que ocurre es que la capacidad de transmitir los impulsos eléctricos al cerebro y desde el cerebro se interrumpe (Morcuende, 2012)

Su evolución puede ser en forma de episodios, también llamados brotes o de manera progresiva (Gallien, Nicolas y Guichet, 2010). Lo más frecuente en la Esclerosis Múltiple es la progresión en forma de episodios o brotes que duran unos días o semanas con remisión total o parcial de la disfunción neurológica, aunque la repetición de los brotes posteriormente empieza a dejar secuelas neurológicas permanentes. Solo en un porcentaje aproximado del 10%, los pacientes presentan una evolución progresiva sin brotes desde el inicio de la enfermedad (Fernández, Fernández, y Guerrero, 2015; Merino, Callizo, Fernández, Pascual, Torres y Zarrantz, 2017). Estos brotes se pueden clasificar según su evolución en los siguientes (Merino et al., 2017): Forma Remitente- Recurrente (EMRR): cursa con brotes y remisiones y estabilidad entre ambas etapas; Forma Progresiva Secundaria (EMSP): el inicio de la enfermedad cursa con brotes, posteriormente pasa a ser progresiva siendo el deterioro neurológico continuo; Forma Progresiva Primaria (EMPP): desde el inicio, la enfermedad cursa con deterioro neurológico de manera progresiva sin brotes; Forma Progresiva Recidivante (EMPR): tras una evolución progresiva, aparecen empeoramientos ocasionales.

La EM constituye la principal causa de discapacidad neurológica no traumática entre los adultos jóvenes (Ebers, 2008) Así mismo, afecta aproximadamente a 2 millones de personas en el mundo, siendo más frecuente en zonas de Norteamérica, Europa, Australia y Nueva Zelanda con 590 casos por cada 100,000 habitantes, mientras que es menos frecuente en Asia, India, África y Sudamérica. Su frecuencia es más alta en zonas templadas y es menos común entre personas que residen en climas cálidos, razón por la que en España, la prevalencia es menor, con 55 casos por cada 100.000 habitantes (Terré-Boliart y Orient-López, 2007). En cuanto al género, las mujeres presentan una mayor prevalencia que los hombres con una proporción de 3:1, debido a que el sistema inmunitario de las mujeres es mucho más complejo (Izquierdo y Ruiz-Peña, 2003). Además, y uno de los aspectos más relevantes en cuanto a las patologías es el descenso de la calidad de vida. La EM reduce en 7 años la esperanza de vida de estos pacientes en comparación con la población general. Con respecto a la edad de inicio se ha observado que los pacientes mayores con aparición tardía suelen tener una mejor evolución que en los pacientes más jóvenes (Morcuende, 2012)

Los signos y síntomas más frecuentes de la Esclerosis Múltiple son: debilidad muscular, fatiga, espasticidad, alteración de la marcha y del equilibrio, problemas de coordinación, temblor, alteraciones de la sensibilidad, problemas de visión, alteraciones urinarias y sexuales, disfunciones gastrointestinales junto a trastornos cognitivos y emocionales (Halabchi, Alizadeh, Sahraian, y Abolhasani, 2017; Macías-Jiménez y Cano de la Cuerda, 2007). Sin embargo, el síntoma más frecuente y preocupante es la fatiga, que aparece en el 85% de los pacientes (Heine, Van de Port, Rietberg, Van Wegen, y Kwakkel, 2015). Estos síntomas influyen directamente en las actividades de la vida diaria, limitando o impidiendo la participación en las actividades como subir o bajar escaleras, realizar la compra, etc., reduciendo la autonomía y con ello incrementando la dependencia, pero como se comentaba anteriormente, empeorando la calidad de vida (Martinez del Olmo, 2016.)

Respecto al tratamiento, no existe ningún tratamiento eficaz que frene completamente la evolución de la EM, siendo su principal objetivo en la actualidad, reducir el número de brotes y sus secuelas, así como frenar la evolución de la enfermedad (Karussis, 2006). Por lo tanto, parece necesario un diagnóstico temprano para iniciar lo antes posible el tratamiento que evite la aparición de problemas irreversibles como la discapacidad o limitaciones en las actividades de la vida diaria. Por esta razón, los tratamientos de la EM están enfocados a prevenir la discapacidad, reducir la fatiga, la gravedad y la duración de las recaídas, mejorar la funcionalidad y con ello mejorar la calidad de vida de los pacientes con EM (Olascoaga, 2010). En este sentido, el tratamiento más utilizado es farmacológico (Martínez-Altarriba, Ramos-Campoy, Luna-Calcaño, y Arrieta-Antón, 2015), pero al mismo tiempo es el que más efectos colaterales presenta.

Otros de los tratamientos utilizados y con más auge en los últimos años es la actividad física (Coote et al., 2017). Sin embargo, hasta hace no muchos años, la actividad física estaba totalmente desaconsejada en esta patología porque las personas afectadas de EM presentaban síntomas de fatiga y problemas de regulación de temperatura corporal, y se asociaba dicha actividad física a un aumento de fatiga y desregularización de la temperatura corporal. Esta tendencia ha cambiado y los últimos estudios han mostrado un efecto positivo de la actividad física sobre los principales síntomas de la enfermedad (Coote et al., 2017; Corvillo, Varela, Armijo, Álvarez-Badillo, Armijo y Maraver, 2017; Cruickshank, Reyes y Ziman, 2015; Latimer-Cheung et al., 2013; Platta, Ensari, Motl y Pilutti, 2016). Entre estos tratamientos, el medio acuático ha sido de los que mayores beneficios ha encontrado sobre la fatiga y mejora de la calidad de vida de las personas (Corvillo et al., 2017). En consecuencia, mejorar la salud física y mental a través de la actividad física puede ser una alternativa beneficiosa, menos invasiva y costosa que los fármacos para personas con EM.

El ejercicio físico en el medio acuático se ha convertido en un componente esencial de la rehabilitación, debido a las propiedades que presenta el agua (Corvillo et al., 2017). La naturaleza flotante y la viscosidad del agua facilitan la actividad física para las personas con debilidades físicas (García, García y Rodríguez, 2018). Otro aspecto muy beneficioso del medio acuático es poder regular la temperatura del agua, lo que nos ayuda a controlar los problemas de regulación de la temperatura corporal, que presentan las personas con EM, lo ideal es trabajar a una temperatura de 28,5°C o por debajo (Ferrer, 2005). Por lo tanto, se puede decir que en pacientes con EM, el ejercicio acuático es bien tolerado y sirve para mejorar la fatiga, el dolor, la velocidad de la marcha, acciones motoras y la capacidad cardiorrespiratoria y con ello, la calidad de vida (Becker et al., 2014). Por lo tanto, el entrenamiento en el medio acuático es una estrategia importante para ralentizar la progresión de la EM. (Corvillo et al., 2017). Sin embargo, no existen trabajos conocidos por los autores, que recopilen las evidencias en este campo y meta-analicen la información para obtener conclusiones más relevantes que lleven a categorizar la actividad física en medio acuático como la herramienta más efectiva para el tratamiento preventivo de la EM.

Por ello, el objetivo de esta revisión sistemática y meta-análisis fue evaluar la influencia de los programas de ejercicio físico acuático sobre la fatiga y sus dimensiones en personas con esclerosis múltiple.

### 3. MÉTODO

Para lograr los objetivos del trabajo, se realizó una revisión sistemática y un meta-análisis siguiendo las recomendaciones y criterios PRISMA (Liberati et al., 2009)

#### 3.1 Selección de estudios

Los estudios debían cumplir los siguientes criterios para ser incluidos en el meta-análisis: el estudio debía ser un ensayo aleatorio controlado (ECA); el estudio debía presentar un grupo control; tener una duración mínima de 2 semanas; analizar el efecto de un entrenamiento en medio acuático sobre la fatiga; el estudio tenía que reportar suficientes datos estadísticos para calcular los tamaños del efecto; el estudio tenía que estar publicado o realizado antes de abril 2019; y el estudio debía estar escrito en inglés o español. Se excluyeron estudios no controlados aleatorizados.

#### 3.2 Estrategia de búsqueda

Los estudios potenciales se identificaron mediante procesos de búsqueda combinados, planificados y ordenados. Se consultaron las bases de datos electrónicas: PubMed, Scopus y Google académico con los siguientes términos booleanos de búsqueda: ('Multiple Sclerosis AND aquatic therapy OR hydrotherapy') y (Esclerosis múltiple y ejercicio acuático o hidroterapia). La búsqueda se limitó a las fechas de publicación anteriores a 30/4/2019). La estrategia de búsqueda se ajustó para cada base de datos. Por último, se consultaron las listas de referencias de los estudios seleccionados para intentar encontrar estudio no aparecidos en la búsqueda original. Dos revisores de forma independiente analizaron cada estudio seleccionado codificando información de cada uno de ellos de forma exhaustiva: a) examinaron el título y el resumen de cada referencia para localizar los estudios potencialmente relevantes y, una vez que se obtuvo el texto completo de los documentos seleccionados, b) se revisaron en detalle para identificar artículos que cumplieran los criterios de selección. Un tercer revisor externo fue consultado para resolver discrepancias.

#### 3.3 Extracción de datos y evaluación de calidad.

Con el fin de garantizar la máxima objetividad se realizó un libro de codificación donde se especificaban los estándares seguidos en la codificación de cada una de las variables de los estudios en cuestión.

La calidad metodológica de los estudios seleccionados fue evaluada utilizando la escala (PEDro) (Verhagen et al., 1998), la cual ha demostrado ser fiable en ensayos clínicos y aleatorizados (Maher, Sherrington, Herbert, Moseley y Elkins, 2003; de Morton, 2003) y es principalmente por este motivo por el cual se ha utilizado en varios meta-análisis de intervención (Carlson, Dieberg, Hess, Millar y Smart, 2014; Kendall, Oliveira, Peleteiro, Pinho y Bastos, 2018; Sherrington, Whitney, Lord, Herbert, Cumming y Close, 2008).

La escala permite obtener una puntuación total de 10 puntos para cada estudio, dividiéndose según calidad de 6 a 10 para estudios de alta calidad, de 4 a 5 para estudios de calidad media, mientras que una puntuación de 3 o inferior hace referencia a una calidad deficiente (Valkenet, van de Port, Dronkers, de Vries, Lindeman y Back., 2011)

Para evaluar la fiabilidad entre codificadores en el proceso de codificación, dos investigadores codificaron todos los estudios seleccionados (incluida la evaluación de la calidad metodológica).

#### 3.4 Análisis estadístico

Todos los resultados se presentaron con medias y desviaciones estándar (DE). Para cada una de las variables de la fatiga (general, psicosocial, cognitiva y física), se calculó el tamaño del efecto como la diferencia entre el valor post-test y el pre-test  $D = (m_{Post}^E - m_{Pre}^E) - (m_{Post}^C - m_{Pre}^C)$

(Borenstein, Hedges, Higgins, y Rothstein, 2009). Los valores negativos en el tamaño del efecto (D) indicaron un efecto positivo para el grupo de intervención frente al grupo control.

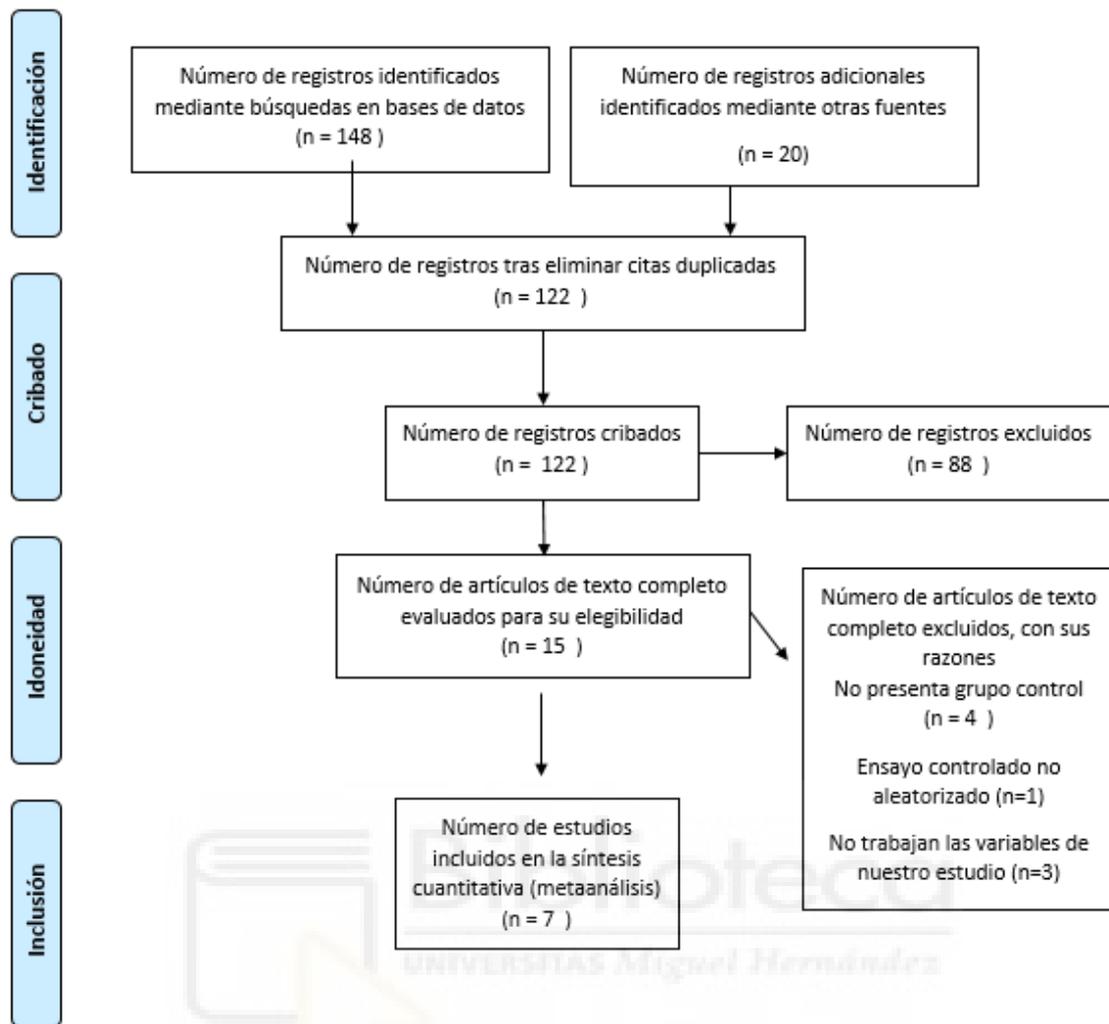
Para analizar el valor de cada variable se llevó a cabo un meta-análisis independiente para cada una de ellas. Para ello, se calculó el tamaño del efecto promedio (D+) con un intervalo de confianza (CI) del 95% asumiendo un modelo aleatorio con la varianza inversa como factor del peso de cada estudio (Sánchez-Meca, Marín-Martínez, 2008). La heterogeneidad de los tamaños del efecto de los estudios se evaluó mediante el estadístico Cochran Q y el índice  $I^2$ . Se generó un forest-plot para cada meta-análisis.

Los forest plots se llevaron a cabo con el software Review Manager (RevMan) (versión 5.3 para OSX, The Nordic Cochrane Center, The Cochrane Collaboration, 2014, Copenhague, Dinamarca). La lista de verificación PRISMA (Liberati et al., 2009) se utilizó para verificar la calidad del metaanálisis (Anexo 1).

#### **4. RESULTADOS**

Se identificaron un total de 148 referencias con todas las estrategias de búsqueda, de las cuales 40 se excluyeron en la primera selección por estar duplicadas. Posteriormente 88 estudios fueron excluidos después de leer el título y resumen, ya que no cumplían los criterios de inclusión de nuestro estudio: realizaban terapia acuática pero no era con personas con EM o realizaban entrenamiento fuera del medio acuático con personas con EM. Por último, 8 estudios fueron eliminados, tras su lectura completa, porque no cumplían otros criterios de inclusión, por un lado 4 de estos estudios no presentaban en su estudio un grupo control. Por otro lado, un 1 estudio no dividía los participantes de forma aleatoria, y otros 3 artículos se descartaron porque no analizaban en sus estudios las variables presentes en este estudio (Figura 1).

Por lo tanto, en el proceso de búsqueda se seleccionaron finalmente 6 artículos válidos para esta revisión sistemática y meta-análisis. (6 grupos de intervención ya que cada estudio incluido presentaba únicamente un grupo de intervención y un grupo control) (Bayraktar et al., 2013; Castro-Sánchez, Matarán-Peñarrocha, Lara-Palomo, Saavedra-Hernández, Arroyo-Morales y Moreno-Lorenzo, 2012; Kargarfard, Etemadifar, Baker, Mehrabi y Hayatbakhsh, 2012; Kargarfard, Shariat, Ingle, Cleland y Kargarfard, 2018; Kooshlar, Moshtagh, Sardar, Foroughipour, Shakeri y Vahdatinia, 2015; Razazian et al. 2016).



**Figura 1.** Diagrama de flujo de la revisión sistemática.

#### 4.1 Características descriptivas de los estudios

Las principales características de cada uno de los estudios integrados están presentes en la tabla 1. Igualmente, en dicha tabla también se incluyeron aquellos estudios que realizaban una intervención en medio acuático, pero que por no cumplir con algún criterio de inclusión no se introdujeron en el meta-análisis. Los estudios seleccionados se llevaron a cabo entre 2001 y 2018. En cuanto al lugar de procedencia de los estudios incluidos, 6 estudios se realizaron en Irán, 4 estudios provenientes de USA, 1 estudio realizado en España, 1 estudio procedente de Suiza, 1 estudio proveniente de Brasil y, por último, 1 estudio originario de Turquía. En lo que respecta a la muestra, estaba formada por un total de 343 participantes, 208 pertenecientes al grupo experimental y 135 pertenecientes al grupo control.

**Tabla 1.** Características de los estudios incluidos en la revisión sistemática.

| Referencia País               | Participantes    | Longitud (semanas) | Frecuencia (días/semana) | Parámetros (Tº)     | Evaluación   | Escala Fatiga   | Ejercicio  | Conclusiones   |
|-------------------------------|------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|--|---|--|--|
| Kargarfard et al. (2012) Irán | GE: 10<br>GC: 11 | 8                  | GE: 3<br>GC: -           | Entre 28º y 30º C   | Evaluación pre<br>Evaluación Semana 4<br>Evaluación Semana 8 | MFIS<br>MFIS physical<br>MFIS cognitive<br>MFIS phychosocial        | 60 min. de ejercicio acuático. Intensidad 50-75% Fcmax. en reserva.  | Se obtuvieron mejoras significativas en la fatiga y calidad de vida.   |
| Kooshiar et al. (2015) Irán   | GE: 18<br>GC: 19 | 8                  | GE: 3<br>GC: -           | Entre 28º y 29,5º C | Evaluación pre<br>Evaluación post                            | MFIS<br>MFIS physical<br>MFIS cognitive<br>MFIS phychosocial<br>FSS | 45 min. Se realizaron ejercicios de resistencia, equilibrio / coordinación, fortalecimiento y enfriamiento | El ejercicio acuático mostro diferencias significativas para reducir la fatiga y mejorar la calidad de vida  |
| Kargarfard et al. (2018) Irán | GE: 17<br>GC: 15 | 8                  | GE: 3<br>GC: -           | Entre 28º y 30ºC    | Evaluación pre<br>Evaluación post                            | MFIS<br>MFIS physical<br>MFIS cognitive<br>MFIS phychosocial        | 60 min. Se realizó un circuito de varias postas de 10-12 Rep. Intensidad 60-75% Fcmax. en reserva          | El entrenamiento acuático obtuvo mejoras significativas en mejorar la capacidad funcional, el equilibrio y las percepciones de fatiga.   |
| Bansi et al. (2013) Suiza     | GE: 24<br>GC: 28 | 3                  | GE: 5<br>GC: 5           | 28ºC                | Evaluación pre<br>Evaluación post                            | MFIS<br>FSS   | 30 min. Ejercicio de resistencia en moto acuática.   | Se obtuvieron mejoras significativas en un programa de entrenamiento acuático que activa la regulación niveles séricos de factor neurotrófico derivado del cerebro y puede ser un método de entrenamiento eficaz |

|  |                  |    |               |      |  |  |   |  |
|--|------------------|----|---------------|------|--|--|---|--|
|  |                  |    |               |      |  |  |   | durante la rehabilitación de pacientes con esclerosis múltiple   |
| Castro-Sánchez et al. (2012)<br>España | GE: 36<br>GC: 37 | 20 | GE: 2<br>GC:2 | 36°C | Evaluación pre<br>Evaluación semana 20<br>Evaluación semana 24<br>Evaluación semana 28 | MFIS physical<br>MFIS cognitive<br>MFIS<br>psychosocial<br>FSS | 60 min.<br>Ejercicio de Ai-Chi en el agua.<br>Se realizaron 16 movimientos o posturas                       | Se obtuvieron mejoras significativas en un programa de ejercicio acuático Ai-Chi mejora el dolor, espasmos, la discapacidad, la fatiga, la depresión y la autonomía de los pacientes con EM. |
| Hejazi et al. (2012)<br>Irán           | GE: 20<br>GC:20  | 8  | GE: 3<br>GC:- | 28°C | Evaluación pre<br>Evaluación post  |  | 40-60 min.<br>Ejercicio de entrenamiento aeróbico en el medio acuático a una intensidad de 50-60% de Fcmax. | Mostro mejoras significativas mostrando que el ejercicio acuático regular provocó una disminución de la depresión y aumento de la felicidad en pacientes con esclerosis múltiple             |
| Marandi et al. (2013)<br>Irán          | GE:19<br>GC: 19  | 12 | GE: 3<br>GC:- |      | Evaluación pre<br>Evaluación post  |  | 60 min.<br>Ejercicio de fuerza muscular en el medio acuático  | El entrenamiento acuático mostro mejoras significativas en cuanto a la fuerza muscular   |
| Bayraktar et al. (2013)<br>Turquía     | GE: 11<br>GC: 7  | 8  | GE: 2<br>GC:2 | 28°C | Evaluación pre<br>Evaluación post  | FSS  | 60 min.<br>Ejercicio Ai-Chi en el medio acuático  | El Ai-Chi mejora el equilibrio, la movilidad funcional y la fuerza muscular.   |
| Aidar et al. (2018)<br>Brasil          | GE: 13<br>GC:13  | 12 | GE: 3<br>GC:- |      | Evaluación pre<br>Evaluación post  |  | 45-60 min.<br>Entrenamiento de fuerza-resistencia en el medio acuático.                                     | El ejercicio acuático mejora la condición física de las personas con EM.   |

|                                |                 |   |                |            |                                   |      |  |   |
|--------------------------------|-----------------|---|----------------|------------|-----------------------------------|------|--|---|
| Razazian et al. (2015)<br>Irán | GE: 18<br>GC:18 | 8 | GE: 3<br>GC: - | 28-30°C    | Evaluación pre<br>Evaluación post | MFIS | 60 min.<br>Entrenamiento resistencia en el medio acuático  | El ejercicio acuático redujo la fatiga y la depresión en personas con EM.                           |
| Salem et al. (2010)<br>USA     | GE: 11<br>GC: 0 | 5 | GE: 2<br>GC: - | 31,8°C     | Evaluación pre<br>Evaluación post | MFIS | 60 min. Se realizan en el medio acuático ejercicios de fuerza, ejercicios de resistencia, ejercicios de equilibrio | El programa de ejercicio acuático mejoro las funciones motoras en personas con esclerosis múltiple  |
| Broach et al. (2007)<br>USA    | GE:4<br>GC:0    | 8 | GE:<br>GC:     | 29° - 30°C | Evaluación pre<br>Evaluación post | MFIS | 45 min.<br>Ejercicios de fuerza resistencia en el medio acuático.  | El entrenamiento acuático mostro mejoras en cuanto a la diversión y le disfrute en personas con EM. |
| Broach et al. (2003)<br>USA    | GE: 4<br>GC:0   | 8 | GE: 3<br>GC:   | 29° - 30°C | Evaluación pre<br>Evaluación post | MFIS | 45 min.<br>Entrenamiento de fuerza en el medio acuático.   | El entrenamiento de fuerza redujo la fatiga en personas con EM.                                     |
| Broach et al. (2001)<br>USA    | GE: 3<br>GC: 0  | 8 | GE: 3<br>GC:   | 29° - 30°C | Evaluación pre<br>Evaluación post | MFIS | 45 min.<br>Entrenamiento de resistencia en el medio acuático   | El entrenamiento de resistencia redujo la fatiga en personas con EM.                                |

GE: Grupo experimental; GC: Grupo Control; EM: Esclerosis Múltiple; MFIS: Modified Fatigue Impact Scale; FSS: fatigues severity scale; Fcmax: Frecuencia cardiaca máxima.

En cuanto a los programas de entrenamiento, la duración del entrenamiento varió desde 3 hasta 20 semanas, mientras que, por otro lado, la frecuencia de entrenamiento a la semana varió desde 2 a 5 sesiones por semana. Respecto a la temperatura del agua se modificó desde 28º a 36º grados. Respecto al ejercicio, en seis estudios se realizó un circuito de fuerza resistencia a una intensidad de 50-75% (Aidar et al., 2018; Broach, Dattilo y McKenney, 2007; Kargarfard et al., 2012; Kargarfard et al., 2018; Kooshiar., et al 2015; Salem et al., 2011), en dos estudios se realizó Ai-Chi en el agua (Bayraktar et al., 2013; Casto-Sánchez et al., 2012), en cuatro estudios se llevó a cabo un trabajo de resistencia a una intensidad de 50-60% de su frecuencia cardiaca máxima (Bansi et al., 2013; Broach y Dattilo, 2001; Hejazi et al., 2012; Razazian et al., 2015) y, por último, en dos se realizó un trabajo de fuerza al 70-75% de intensidad de la RM (Broach y Dattilo, 2003, Marandi et al., 2013)

## 4.2 Calidad de los estudios seleccionados

En cuanto a la calidad de los estudios, la media obtenida con la escala Pedro (intervalo 0-10) fue de 6,1 puntos, con una puntuación máxima de 7 y mínima de 6. Puntuaciones más altas, es decir, cercanas a 10, indican que los artículos son de una alta calidad. Por otro lado, los 6 estudios (100%) mostraron claramente los criterios de elegibilidad de los mismos. Respecto al cegamiento de la evaluación de resultados se realizó únicamente en un artículo, pero cabe destacar, que ningún estudio incluido informó de que los observadores estuviesen cegados en la asignación del tratamiento. Finalmente, 4 estudios (66,6%) mostraron que más del 85% de los participantes habían realizado el estudio completo, para finalizar cabe destacar que todos los estudios realizaron un análisis completo y proporcionaban estimaciones sobre el tamaño del efecto. (Anexo 2)

## 4.3 Tamaño del efecto

Las figuras 2-5 muestran los forest plot que analizan el efecto de un entrenamiento en el medio acuático sobre la fatiga en personas con EM. Como se puede apreciar en la figura 2, la fatiga general, valorada a través de la escala MFIS, mostró un descenso significativo ( $p < 0.001$ ) ( $D_+ = -19.70$  puntos [95%CI = -27.27 a -12.13]).

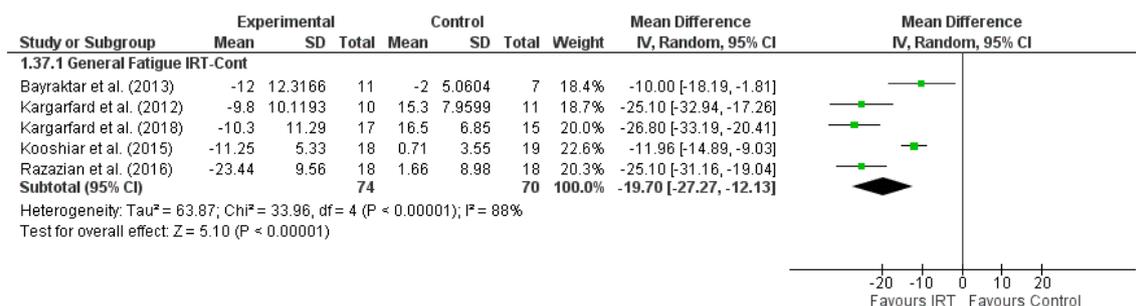


Figura 2. Forest plot de fatiga general.

Igualmente, se valoraron las distintas dimensiones de la fatiga, fatiga física (Figura 3), fatiga psicosocial (Figura 4) y fatiga cognitiva (Figura 5). Respecto a la fatiga física, se mostró una mejora significativa ( $p < 0.01$ ) del grupo experimental respecto al grupo control ( $D_+ = -11.60$  puntos [95%CI = -15.66 a -7.54]), en la fatiga psicosocial también se apreció una mejora ( $p < 0.01$ ) en el grupo experimental ( $D_+ = -2.30$  puntos [95%CI = -2.88 a -1.73]). Por último, la fatiga cognitiva también constató una mejora significativa ( $p < 0.01$ ) de la fatiga en relación al grupo

control ( $D_+$  = -6.74 puntos [95%CI = -12.15 a -1.33]).

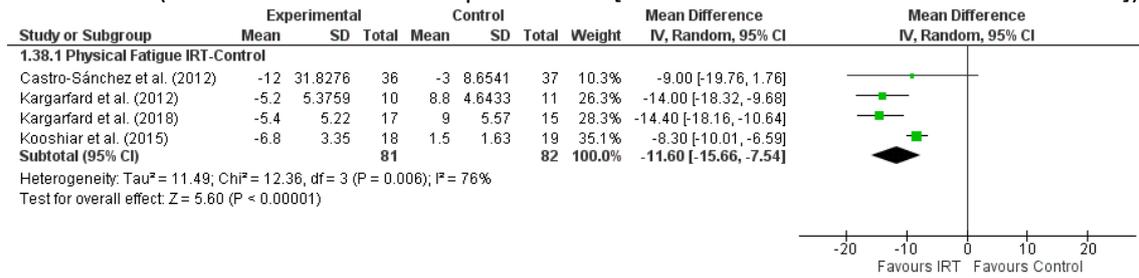


Figura 3. Forest plot de fatiga física.

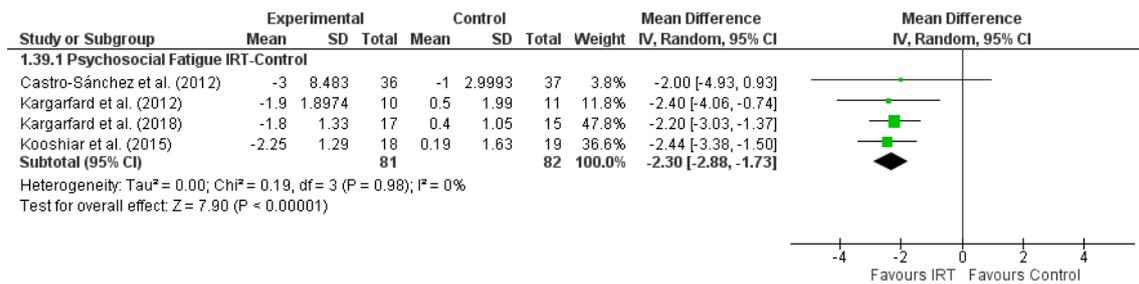


Figura 4. Forest plot fatiga psicosocial.

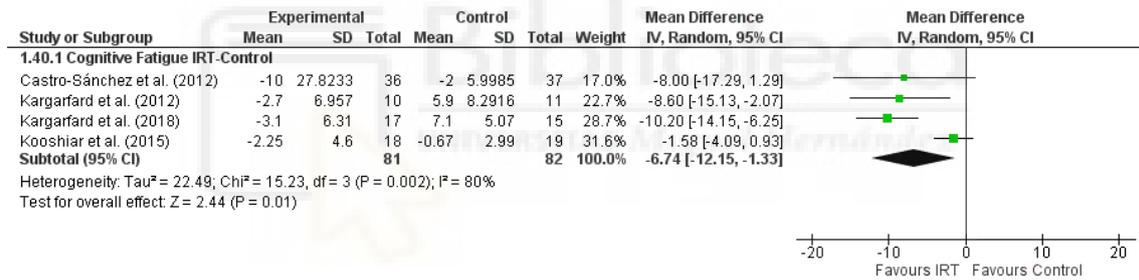


Figura 5. Forest plot fatiga cognitiva.

## 5. DISCUSIÓN

Esta revisión sistemática está compuesta por 14 artículos, de los cuales el meta-análisis incluyó 6 estudios (Bayraktar et al., 2013; Castro-Sánchez et al., 2012; Kargarfard et al., 2012; Kargarfard et al., 2018; Kooshlar et al., 2015; Razazian et al. 2016). Estos artículos investigaron los efectos del ejercicio acuático respecto a la fatiga en personas con EM.

Los resultados de este estudio mostraron efectos positivos del ejercicio acuático sobre todas las dimensiones de la fatiga y la fatiga general. Estos resultados corroboran una reciente revisión sistemática que mostró efectos positivos del ejercicio acuático en personas con EM (Corvillo et al., 2017). Sin embargo, esta revisión anterior difiere ligeramente de esta publicada porque los autores no se centraron exclusivamente en analizar los beneficios del ejercicio acuático en la fatiga y sus respectivas dimensiones, sino que se centraron en analizar los beneficios del ejercicio acuático para mejorar la calidad de vida.

A tenor de los resultados obtenidos, parecen claros los beneficios que proporciona realizar ejercicio en el medio acuático sobre la fatiga en la EM, seguramente por las características del agua como la flotabilidad, la viscosidad y la termodinámica (Frohman et al., 2015). Estas permiten disminuir el peso corporal y, por tanto, facilitan la actividad física y dan seguridad a los

pacientes con EM para moverse sin dispositivos de ayuda, y que serían muy complicadas de realizar en otro medio (Frohman et al., 2015). Por lo tanto, basándose en los resultados el ejercicio acuático podría mejorar la calidad de sueño y con ello reducir la fatiga porque al descansar de una manera más eficiente, permite una mejor reparación de los tejidos dañados (Heine, van de Port, Rietberg, van Wegen y Kwakkel, 2015). Además, el ejercicio acuático genera una disminución del dolor en personas con EM, debido a las ganancias de masa muscular y una mejora del control postural (Kargarfard et al., 2018). Por otro lado, se produce una mejora de la aptitud respiratoria, lo cual mejora la capacidad para realizar las tareas de la vida diaria sin fatigarse (Heine et al., 2015). Por otro lado, cabe destacar los efectos beneficiosos que las propiedades térmicas del agua aportan para la mejora de la fatiga al realizar ejercicio acuático en pacientes con EM (Frohman et al., 2015). Las personas con EM son sensibles al calor y sus síntomas empeoran con una alta temperatura, la cual se incrementa con la realización de ejercicio físico, sin embargo, el ejercicio acuático permite regular la temperatura corporal gracias a la temperatura del agua, permitiendo así aumentar la tolerancia al ejercicio en comparación con el ejercicio fuera del agua (Barak, Hutzler, Dubnov-Raz y Achiron, 2016). Respecto a los resultados del meta-análisis en fatiga general, destaca que los entrenamientos con una frecuencia semanal de 3 días (Kargarfard et al., 2012; Kargarfard et al., 2018; Kooshiar et al., 2015) obtienen mejores beneficios respecto a los que realizan una frecuencia semanal de dos días. También podemos destacar que el meta-análisis muestra mejores resultados de fuerza o resistencia o combinando ambas que realizar Ai-chi, esto puede ser debido a que el ejercicio de fuerza/resistencia es un ejercicio mucho más completo que Ai-chi.

Por otro lado, en el aspecto físico se ha demostrado en pacientes con EM, que el ejercicio acuático es esencial para el mantenimiento de la fuerza, el tono muscular y los movimientos articulares, lo que provoca una reducción de la fatiga física (Hejazi et al., 2012). El dolor, la disminución de la movilidad articular y la osteoartritis son problemas frecuentes en los pacientes con EM y que limitan su nivel de actividad física diaria, por ello, trabajar con ejercicios acuáticos en personas con EM también sería beneficioso en este aspecto porque permitiría mantener y aumentar tanto la fuerza de los músculos como el rango de movimiento de las articulaciones, así mismo como reducir la tensión muscular y rigidez, y mejorar el equilibrio, debido a estas ganancias de fuerza que provoca el ejercicio acuático y obtener un mayor control postural provocando una reducción de la fatiga (García et al., 2018). Respecto a los resultados del meta-análisis, destaca que los entrenamientos que se realizaron con una duración de 60 min en cada sesión y con una frecuencia de 3 días por semana, Kargarfard et al., 2012 y Kargarfard et al., 2018, obtuvieron una mejora más destacable respecto a los que realizan sesiones más cortas o con una menor frecuencia semanal. También destaca que los entrenamientos con una frecuencia semanal de dos días por semana no mostraron una mejora significativa, como se observa en el estudio de Casto-Sánchez et., 2012.

Igualmente, mejora el aspecto cognitivo porque el ejercicio acuático permite mejorar la agilidad mental, incidiendo en que las personas con EM sean más eficientes en su día a día y tengan una mayor creatividad (Kargarfard et al., 2012). También el ejercicio acuático mejora la memoria en todas sus dimensiones en personas con EM, algo muy deteriorado y que gracias a esta terapia se ve muy beneficiado (Shatil, Metzger, Horvitz y Miller, 2010). Otro factor muy importante, es que el ejercicio acuático muestra mejoras en las puntuaciones de depresión, una enfermedad que afecta mucho a los pacientes con EM y que mediante el ejercicio acuático permite reducir los niveles de la misma (Castro-Sánchez et al., 2012). Respecto a la fatiga cognitiva uno de los mejores entrenamientos para mejorar este aspecto sería realizar un circuito de fuerza resistencia de 10-12 postas como se realizó en el estudio de Kargarfard et al., (2018). En este estudio se consiguieron mayores beneficios obtiene debido a que mientras se realizaba el circuito se estaba trabajando cognitivamente: memorizando el orden de los ejercicios y el ejercicio de cada posta.

Por último, cabe destacar que mejora el aspecto psicosocial porque el ejercicio acuático en personas con EM mejora el estado de ánimo, llevando consigo numerosos beneficios como mejorar la autoestima y la confianza en sí mismo (Kooshiar et al., 2015). Debido a estas mejoras, aumenta la capacidad para realizar tareas de su vida diaria y estar más relajado debido a la liberación de hormonas que nos produce el ejercicio acuático, que permite reducir los niveles de estrés y ansiedad, por lo tanto, mejora su calidad de vida (White et al., 2004). Otro aspecto muy importante es que en todos los estudios que se realizaron en grupo, lo que provoca interacción entre todos los componentes y favorece las relaciones interpersonales, mostraron grandes beneficios sobre aumentar la creatividad y reducir el estrés (Castro-Sánchez et al., 2012). Respecto a los resultados obtenidos en el meta-análisis, el ejercicio acuático a temperaturas altas, 36 grados como muestra Castro-Sánchez et al., 2012, no parece ser los más beneficioso puesto que no se obtiene una mejora significativa. Mientras que realizar el ejercicio acuático a una temperatura entre 28 y 30 grados (Ferrer, 2005), es lo más beneficioso para obtener mejoras en el aspecto psicosocial (Kargarfard et al., 2012; Kargarfard et al., 2018; Kooshiar et al., 2015)

### 5.1 Limitaciones

Esta revisión sistemática y meta-análisis presenta varias limitaciones a tener en cuenta. En primer lugar, hay que destacar que para analizar las variables presentes en ese estudio se encontró un número muy limitado de artículos, los cuales presentan una gran heterogeneidad que no ha permitido poder realizar análisis secundarios indicando que intensidad y duración serían más aconsejables. En segundo lugar, todos los pacientes no presentaron el mismo estado de afectación de EM, con lo cual algunos se encontraban en la primera etapa de afectación y otros en etapas más avanzadas, por lo que tampoco se podía determinar una intensidad específica para cada fase de la enfermedad. En tercer lugar, el grupo control en algunos estudios realizaban cierta actividad (como por ejemplo actividad en tierra o ejercicios de relajación) algo que puede modificar ciertos resultados.

## 6. CONCLUSIÓN

Este es el primer estudio que realiza una revisión y meta-análisis para valorar el efecto del ejercicio acuático sobre personas con esclerosis múltiple. Además, la evidencia existente indica que el ejercicio acuático no es uno de los métodos más comunes como tratamiento en pacientes con EM. Sin embargo, y a pesar de las limitaciones de esta revisión y meta-análisis, se demostró que el ejercicio acuático mejora la percepción de la fatiga tanto general como en las dimensiones psicosocial, física y cognitiva en pacientes con EM, y además, este parecía no tener efectos nocivos sobre los pacientes con EM. Por lo tanto, basándose en los hallazgos de este estudio y la investigación previa, parece razonable la recomendación clínica de incluir el ejercicio acuático como parte de los planes de tratamiento para reducir la fatiga de los pacientes con EM, gracias a las propiedades del agua y de la seguridad que proporciona este medio.

## 7. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Teniendo en cuenta los resultados observados en esta revisión y meta-análisis el entrenamiento para personas con EM debería tener las siguientes variables. En primer lugar, el entrenamiento en el medio acuático tendría una duración de 8 semanas, ya que según los resultados obtenidos en esta duración redujeron la fatiga general y las dimensiones de la misma en mayor medida. Igualmente, la frecuencia semanal sería de 3 días/semana con una duración de 60 minutos, ya que observando los resultados de este meta-análisis se mostraron mayores beneficios.

En cuanto a la temperatura del agua, se mantendría entre 28 y 30 grados porque temperaturas más altas o bajas no mostraron resultados beneficiosos para este colectivo, por lo que sería la ideal para ayudar a regular la temperatura corporal y así solucionar uno de los principales problemas que sufren las personas con EM (Corvillo et al., 2017).

Por otro lado, respecto a los ejercicios se realizaría una combinación de ejercicios de fuerza con ejercicios de resistencia, entrenamiento concurrente, con una intensidad de 60-75% de su Fcmax. Con respecto a los ejercicios de fuerza, se trabajaría con un circuito compuesto por 6 postas, realizando ejercicios durante 30 segundos en cada posta y con un descanso de 15 segundo para descansar y cambiar de posta. El circuito estaría formado por 4 series y entre cada una de ellas un descanso de 2 minutos. Destacar que se incluirían tanto ejercicios de tren superior como inferior con una intensidad 60-70%. Entre los diferentes ejercicios del circuito, se trabajaría principalmente la musculatura del pectoral, glúteo, espalda (trapecio y dorsal), isquiotibiales, core y cuádriceps, aunque siempre adaptando las intensidades del entrenamiento al nivel y características del usuario. El entrenamiento concurrente se ha demostrado que es el entrenamiento más eficiente y con el que más mejoras se obtienen en personas con EM (Kargarfard et al., 2018). Igualmente, junto a los ejercicios de fuerza y de resistencia se realizarían un ejercicio de equilibrio y de coordinación que han demostrado ser eficientes en los numerosos estudios realizados (Kargarfard et al., 2018; Kooshiar et al., 2015; Salem et al., 2010).

Para finalizar, con el objetivo de ir comprobando los resultados obtenidos en el programa se realizaría una evaluación pre-intervención (Semana 0), otra durante la intervención (semana 4) y una tercera intervención al finalizar la intervención (semana 8) de esta manera se observa en las diferentes evaluaciones como va progresando el usuario con EM. Para finalizar, mostrar las diferentes pruebas que se realizan en cada evaluación, por lo tanto, para calcular la Frecuencia cardiaca máxima se utiliza la fórmula de "Tanaka" ( $F_{c\text{máx}} = 208,75 - (0,73 * \text{edad})$ ). Respecto a las pruebas de evaluación de las capacidades físicas, se utilizaban las siguientes en cada evaluación, para evaluar el VO<sub>2</sub>máx se utiliza la caminata de 6 minutos y para evaluar la fuerza se utiliza el dinamómetro manual.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Aidar, F. J., de Matos Gama, D., Gomes, A. B., Saavedra, F., Garrido, N., Carneiro, A. L., & Reis, V. (2018). Influence of aquatic exercises in physical condition in patients with multiple sclerosis. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 58(5), 684-689.

Bansi, J., Bloch, W., Gamper, U., & Kesselring, J. (2013). Training in MS: influence of two different endurance training protocols (aquatic versus overland) on cytokine and neurotrophin concentrations during three week randomized controlled trial. *Multiple Sclerosis Journal*, 19(5), 613-621.

Barak, S., Hutzler, Y., Dubnov-Raz, G., & Achiron, A. (2016). Physical exercise for people with multiple sclerosis: effects, recommendations and barriers. *Harefuah*, 155(6), 364-9.

Bayraktar, D., Guclu-Gunduz, A., Yazici, G., Lambeck, J., Batur-Caglayan, H. Z., Irkec, C., & Nazliel, B. (2013). Effects of Ai-Chi on balance, functional mobility, strength and fatigue in patients with multiple sclerosis: a pilot study. *NeuroRehabilitation*, 33(3), 431-437.

Becker, B. (2014). Options in improving respiratory function in multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 95(2), 406.

Borenstein, M., Hedges, L. V., & Higgins, J. P. T. (2009). Rothstein HR. *Introduction to meta-analysis*. West Sussex, England: Wiley & Sons Ltd.

Broach, E., & Dattilo, J. (2001). Effects of aquatic therapy on adults with multiple sclerosis. *Therapeutic Recreation Journal*, 35(2), 141.

- Broach, E., & Dattilo, J. (2003). The effect of aquatic therapy on strength of adults with multiple sclerosis. *Therapeutic Recreation Journal*, 37(3), 224.
- Broach, E., Dattilo, J., & McKenney, A. (2007). Effects of aquatic therapy on perceived fun or enjoyment experiences of participants with multiple sclerosis. *Therapeutic Recreation Journal*, 41(3), 179.
- Carlson, DJ, Dieberg, G., Hess, NC, Millar, PJ y Smart, NA (2014, marzo). Entrenamiento con ejercicios isométricos para el control de la presión arterial: una revisión sistemática y un metanálisis. En los *procedimientos de Mayo Clinic* (Vol. 89, No. 3, pp. 327-334). Elsevier
- Castro-Sánchez, A. M., Matarán-Peñarrocha, G. A., Lara-Palomo, I., Saavedra-Hernández, M., Arroyo-Morales, M., & Moreno-Lorenzo, C. (2012). Hydrotherapy for the treatment of pain in people with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, 2012.
- Coote, S., Uszynski, M., Herring, M. P., Hayes, S., Scarrott, C., Newell, J., ... & Motl, R. W. (2017). Effect of exercising at minimum recommendations of the multiple sclerosis exercise guideline combined with structured education or attention control education—secondary results of the step it up randomised controlled trial. *BMC neurology*, 17(1), 119.
- Corvillo, I., Varela, E., Armijo, F., Alvarez-Badillo, A., Armijo, O., & Maraver, F. (2017). Efficacy of aquatic therapy for multiple sclerosis: a systematic review. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 53(6), 944-952.
- Cruickshank, T. M., Reyes, A. R., & Ziman, M. R. (2015). A systematic review and meta-analysis of strength training in individuals with multiple sclerosis or Parkinson disease. *Medicine*, 94(4).
- De Morton, N. A. (2009). The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Australian Journal of Physiotherapy*, 55(2), 129-133.
- Duval, S., & Tweedie, R. (2000). Trim and fill: a simple funnel-plot-based method of testing and adjusting for publication bias in meta-analysis. *Biometrics*, 56(2), 455-463.
- Ebers, GC (2008). Factores ambientales y esclerosis múltiple. *The Lancet Neurology*, 7 (3), 268-277.
- Fernández, O., Fernández, V.E., y Guerrero, M. (2015). Esclerosis Múltiple. Programa de Formación Médica Continuada Acreditado, 11(77), 4610-4621
- Ferrer, J. S. (2005). Tratamiento fisioterapéutico de la fatiga en esclerosis múltiple. *Fisioterapia*, 27(4), 219-227.
- Frohman, A. N., Okuda, D. T., Beh, S., Treadaway, K., Mooi, C., Davis, S. L., ... & Frohman, E. M. (2015). Aquatic training in MS: neurotherapeutic impact upon quality of life. *Annals of clinical and translational neurology*, 2(8), 864-872.
- Gallien, P., Nicolas, B., & Guichet, A. (2010). Esclerosis múltiple y rehabilitación. *EMC-Kinesiterapia-Medicina Física*, 31(1), 1-14.
- García, A., Ara, J.R., Fernández, O., Landete, E., Moral, E., y Rodríguez-Antigüedad, A. (2017). Consenso para el tratamiento de la esclerosis múltiple 2016. Sociedad Española de Neurología. *Revista de Neurología*, 32(2), 113- 119
- García, M. D. P. C., García, J. M. S., & Rodríguez, M. L. P. (2018). Actuación del fisioterapeuta en el tratamiento de la esclerosis múltiple. *Calidad de vida, cuidadores e intervención para la mejora de la salud*, 241.

- Gehlsen GM, Grigsby SA, Winant DM. Effects of an aquatic fitness program on the muscular strength and endurance of patients with multiple sclerosis. *phys ther* 1984;64:653-7.
- Halabchi, F., Alizadeh, Z., Sahraian, M. A., & Abolhasani, M. (2017). Exercise prescription for patients with multiple sclerosis; potential benefits and practical recommendations. *BMC neurology*, *17*(1), 185.
- Heine, M., van de Port, I., Rietberg, M. B., van Wegen, E. E., & Kwakkel, G. (2015). Exercise therapy for fatigue in multiple sclerosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (9).
- Hejazi, S. M., Soltani, M., Javan, S. A. A., Aminian, F., & Mehdi, S. (2012). The impact of selected aerobic aquatic exercises on the depression and happiness levels of patients with multiple sclerosis (MS). *Life Science Journal*, *9*(4).
- Hejazi, S. M., Soltani, M., Nornematolahi, S., & Zare, M. (2012). The effect of aquatic aerobic training on endurance walking in Multiple Sclerosis patients 1.
- Izquierdo, G., & Ruiz-Peña, J. L. (2003). Evaluación clínica de la esclerosis múltiple: cuantificación mediante la utilización de escalas. *Rev Neurol*, *36*(2), 145-52.
- Jiménez, A. M., & de la Cuerda, R. C. (2007). Revisión del tratamiento en pacientes con Esclerosis Múltiple. *Fisioterapia*, *29*(1), 36-43.
- Kargarfard, M., Etemadifar, M., Baker, P., Mehrabi, M., & Hayatbakhsh, R. (2012). Effect of aquatic exercise training on fatigue and health-related quality of life in patients with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *93*(10), 1701-1708.
- Kargarfard, M., Shariat, A., Ingle, L., Cleland, J. A., & Kargarfard, M. (2018). Randomized controlled trial to examine the impact of aquatic exercise training on functional capacity, balance, and perceptions of fatigue in female patients with Multiple Sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *99*(2), 234-241.
- Karussis, D., Biermann, L. D., Bohlega, S., Boiko, A., Chofflon, M., Fazekas, F., ... & Jakab, G. (2006). A recommended treatment algorithm in relapsing multiple sclerosis: report of an international consensus meeting. *European journal of neurology*, *13*(1), 61-71.
- Kendall, F., Oliveira, J., Peleteiro, B., Pinho, P., & Bastos, P. T. (2018). Inspiratory muscle training is effective to reduce postoperative pulmonary complications and length of hospital stay: a systematic review and meta-analysis. *Disability and rehabilitation*, *40*(8), 864-882.
- Khan, F., Pallant, J. F., Brand, C., & Kilpatrick, T. J. (2008). Effectiveness of rehabilitation intervention in persons with multiple sclerosis: a randomised controlled trial. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, *79*(11), 1230-1235.
- Kooshyar, H., Moshtagh, M., Sardar, M. A., Foroughipour, M., Shakeri, M. T., & Vahdatinia, B. (2015). Fatigue and quality of life of women with multiple sclerosis: A randomized controlled clinical trial. *J Sports Med Phys Fitness*, *55*(6), 668-674.
- Latimer-Cheung, A. E., Pilutti, L. A., Hicks, A. L., Ginis, K. A. M., Fenuta, A. M., MacKibbin, K. A., & Motl, R. W. (2013). Effects of exercise training on fitness, mobility, fatigue, and health-related quality of life among adults with multiple sclerosis: a systematic review to inform guideline development. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *94*(9), 1800-1828.
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P., ... & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS medicine*, *6*(7), e1000100.

- Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical therapy*, 83(8), 713-721.
- Marandi, S. M., Shahnazari, Z., Minacian, V., & Zahed, A. (2013). A comparison between pilates exercise and aquatic training effects on muscular strength in women with multiple sclerosis.
- Martínez del Olmo, I. (2016). Efectividad del abordaje fisioterapéutico sobre la fatiga y la marcha en esclerosis múltiple: una revisión sistemática.
- Martinez-Altarriba, M. C., Ramos-Campoy, O., Luna-Calcaño, I. M., & Arrieta-Antón, E. (2015). Revisión de la Esclerosis Múltiple (1). A propósito de un caso. *SEMERGEN-Medicina de Familia*, 41(5), 261-265.
- Merino, AG, Callizo, JA, Fernández, OF, Pascual, LL, Torres, EM, y Zarrantz, ARA (2017). Consenso para el tratamiento de la esclerosis múltiple 2016. Sociedad Española de Neurología. *Neurología*, 32 (2), 113-119.
- Miyoshi, T., Shirota, T., Yamamoto, S. I., Nakazawa, K., & Akai, M. (2004). Effect of the walking speed to the lower limb joint angular displacements, joint moments and ground reaction forces during walking in water. *Disability and Rehabilitation*, 26(12), 724-732.
- Morcuende, J. F. R. (2012). Esclerosis Múltiple: una enfermedad degenerativa. *Cuadernos del Tomás*, (4), 239-258.
- Olascoaga, J. (2010). Calidad de vida y esclerosis múltiple. *Rev Neurol*, 51(5), 279-88.
- Orselli, M. I. V., & Duarte, M. (2011). Joint forces and torques when walking in shallow water. *Journal of Biomechanics*, 44(6), 1170-1175.
- Orwin, R. G., & Vevea, J. L. (2009). Evaluating coding decisions. *The handbook of research synthesis and meta-analysis*, 2, 177-203.
- Pérez, C. L. A. (2017). *Esclerosis múltiple y ejercicio físico*. Wanceulen Editorial.
- Platta, M. E., Ensari, I., Motl, R. W., & Pilutti, L. A. (2016). Effect of exercise training on fitness in multiple sclerosis: a meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 97(9), 1564-1572.
- Razazian, N., Yavari, Z., Farnia, V., Azizi, A., Kordavani, L., Bahmani, D. S., ... & Brand, S. (2016). Exercising impacts on fatigue, depression, and paresthesia in female patients with multiple sclerosis. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(5), 796-803.
- Salem, Y., Scott, A. H., Karparkin, H., Concert, G., Haller, L., Kaminsky, E., ... & Spatz, E. (2011). Community-based group aquatic programme for individuals with multiple sclerosis: a pilot study. *Disability and rehabilitation*, 33(9), 720-728.
- Sánchez-Meca, J., & Marín-Martínez, F. (2008). Confidence intervals for the overall effect size in random-effects meta-analysis. *Psychological Methods*, 13(1), 31.
- Shatil, E., Metzger, A., Horvitz, O., & Miller, A. (2010). Home-based personalized cognitive training in MS patients: a study of adherence and cognitive performance. *NeuroRehabilitation*, 26(2), 143-153.
- Sherrington, C., Whitney, J. C., Lord, S. R., Herbert, R. D., Cumming, R. G., & Close, J. C. (2008). Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(12), 2234-2243.
- Terré-Boliart, R., & Orient-López, F. (2007). Tratamiento rehabilitador en la esclerosis múltiple. *Rev Neurol*, 44(7), 426-431.

Valkenet, K., van de Port, I. G., Dronkers, J. J., de Vries, W. R., Lindeman, E., & Backx, F. J. (2011). The effects of preoperative exercise therapy on postoperative outcome: a systematic review. *Clinical rehabilitation*, 25(2), 99-111.

Verhagen, A. P., de Vet, H. C., de Bie, R. A., Kessels, A. G., Boers, M., Bouter, L. M., & Knipschild, P. G. (1998). The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *Journal of clinical epidemiology*, 51(12), 1235-1241.

White, L. J., McCoy, S. C., Castellano, V., Gutierrez, G., Stevens, J. E., Walter, G. A., & Vandeborne, K. (2004). Resistance training improves strength and functional capacity in persons with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*, 10(6), 668-674.



## 9. ANEXOS

### Anexo 1. Lista de verificación PRISMA

| Sección/tema              | # | Ítem   | Presente en página # |
|---------------------------|---|--|----------------------|
| <b>TÍTULO</b>             |   |  |                      |
| Título                    | 1 | Identificar la publicación como revisión sistemática, metaanálisis o ambos.  | 3                    |
| <b>RESUMEN</b>            |   |  |                      |
| Resumen estructurado      | 2 | Facilitar un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuente de los datos; criterios de elegibilidad de los estudios, participantes e intervenciones; evaluación de los estudios y métodos de síntesis; resultados; limitaciones; conclusiones e implicaciones de los hallazgos principales; número de registro de la revisión sistemática. | 3                    |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>       |   |  |                      |
| Justificación             | 3 | Describir la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce sobre el tema.   | 4                    |
| Objetivos                 | 4 | Plantear de forma explícita las preguntas que se desea contestar en relación con los participantes, las intervenciones, las comparaciones, los resultados y el diseño de los estudios (PICOS).   | 5                    |
| <b>MÉTODOS</b>            |   |  |                      |
| Protocolo y registro      | 5 | Indicar si existe un protocolo de revisión al se pueda acceder (por ejemplo, dirección web) y, si está disponible, la información sobre el registro, incluyendo su número de registro.   |                      |
| Criterios de elegibilidad | 6 | Especificar las características de los estudios (por ejemplo, PICOS, duración del seguimiento) y de las características (por ejemplo, años abarcados, idiomas o estatus de publicación) utilizadas como criterios de elegibilidad y su justificación.  | 5                    |
| Fuentes de información    | 7 | Describir todas las fuentes de información (por ejemplo, bases de datos y períodos de búsqueda, contacto con los autores para identificar estudios adicionales, etc.) en la búsqueda y la fecha de la última búsqueda realizada.   | 5                    |
| Búsqueda                  | 8 | Presentar la estrategia completa de búsqueda electrónica en, al menos, una base de datos, incluyendo los límites utilizados de tal forma que pueda ser reproducible.   | 5                    |
| Selección de los estudios | 9 | Especificar el proceso de selección de los estudios (por ejemplo, el cribado y la elegibilidad incluidos en la revisión sistemática y, cuando sea pertinente, incluidos en el metaanálisis).   | 6                    |

|  |    |   |   |
|--|----|---|---|
| Proceso de recopilación de datos             | 10 | Describir los métodos para la extracción de datos de las publicaciones (por ejemplo, formularios dirigidos, por duplicado y de forma independiente) y cualquier proceso para obtener y confirmar datos por parte de los investigadores. | 5 |
| Lista de datos                               | 11 | Listar y definir todas las variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, PICOS fuente de financiación) y cualquier asunción y simplificación que se hayan hecho.   | 6 |
| Riesgo de sesgo en los estudios individuales | 12 | Describir los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios individuales (especificar si se realizó al nivel de los estudios o de los resultados) y cómo esta información se ha utilizado en la síntesis de datos. | 6 |
| Medidas de resumen                           | 13 | Especificar las principales medidas de resumen (por ejemplo, razón de riesgos o diferencia de medias).  | 6 |
| Síntesis de resultados                       | 14 | Describir los métodos para manejar los datos y combinar resultados de los estudios, si se hiciera, incluyendo medidas de consistencia (por ejemplo, I <sup>2</sup> ) para cada metaanálisis.  | 6 |

| Section/topic                           | #  | Checklist item   | Reported on page # |
|---|----|--|--------------------|
| Riesgo de sesgo entre los estudios      | 15 | Especificar cualquier evaluación del riesgo de sesgo que pueda afectar la evidencia acumulativa (por ejemplo, sesgo de publicación o comunicación selectiva).  |                    |
| Análisis adicionales                    | 16 | Describir los métodos adicionales de análisis (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión), si se hiciera, indicar cuáles fueron preespecificados.   |                    |
| <b>RESULTADOS</b>                       |    |  |                    |
| Selección de estudios                   | 17 | Facilitar el número de estudios cribados, evaluados para su elegibilidad e incluidos en la revisión, y detallar las razones para su exclusión en cada etapa, idealmente mediante un diagrama de flujo.   | 6                  |
| Características de los estudios         | 18 | Para cada estudio presentar las características para las que se extrajeron los datos (por ejemplo, tamaño, PICOS y duración del seguimiento) y proporcionar las citas bibliográficas.  | 9                  |
| Riesgo de sesgo en los estudios         | 19 | Presentar datos sobre el riesgo de sesgo en cada estudio y, si está disponible, cualquier evaluación del sesgo en los resultados (ver ítem 12).  | 9                  |
| Resultados de los estudios individuales | 20 | Para cada resultado considerado para cada estudio (beneficios o daños), presentar: a) el dato resumen para cada grupo de intervención y b) la estimación del efecto con su intervalo de confianza, idealmente de forma gráfica mediante un diagrama de bosque (forest plot). | 12                 |
| Síntesis de los resultados              | 21 | Presentar resultados de todos los metaanálisis realizados, incluyendo los intervalos de confianza y las medidas de consistencia.   | 12                 |
| Riesgo de sesgo entre los               | 22 | Presentar los resultados de cualquier evaluación del riesgo de sesgo entre los estudios (ver ítem 15).   |                    |

|                         |    |   |    |
|-------------------------|----|---|----|
| estudios                |    |   |    |
| Análisis adicionales    | 23 | Facilitar los resultados de cualquier análisis adicional, en el caso de que se hayan realizado (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión [ver ítem 16])   |    |
| <b>DISCUSIÓN</b>        |    |   |    |
| Resumen de la evidencia | 24 | Resumir los hallazgos principales, incluyendo la fortaleza de las evidencias para cada resultado principal; considerar su relevancia para grupos clave (por ejemplo, proveedores de cuidados, usuarios y decisores en salud). | 14 |
| Limitaciones            | 25 | Discutir las limitaciones de los estudios y de los resultados (por ejemplo, riesgo de sesgo) y de la revisión (por ejemplo, obtención incompleta de los estudios identificados o comunicación selectiva).                     | 15 |
| Conclusiones            | 26 | Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias así como las implicaciones para la futura investigación.   | 15 |
| <b>FINANCIACIÓN</b>     |    |   |    |
| Financiación            | 27 | Describir las fuentes de financiación de la revisión sistemática y otro tipo de apoyos (por ejemplo, aporte de los datos), así como el rol de los financiadores en la revisión sistemática.                                   |    |

**Anexo 2.** Calidad metodológica de los estudios.

| Artículos                          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Total |
|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------|
| Kargarfard et al. (2012)<br>Irán   | + | + | + | + | - | + | - | - | + | +  | +  | 7     |
| Kooshlar et al. (2015)<br>Irán     | + | + | - | + | - | - | + | + | + | +  | +  | 7     |
| Kargarfard et al. (2018)<br>Irán   | + | + | + | + | - | - | - | - | + | +  | +  | 6     |
| Bayraktar et al. (2013)<br>Turquía | + | + | + | + | - | - | - | + | + | +  | +  | 6     |
| Castro et al. (2012)<br>España     | + | + | + | + | - | - | - | + | + | +  | +  | 7     |
| Razazian et al. (2015)<br>Irán     | + | + | + | + | - | - | - | + | + | +  | +  | 7     |

1. Se especificaron los criterios de elegibilidad (no incluidos en la puntuación).
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos.
3. Se ocultó la asignación.
4. Los grupos fueron similares al inicio con respecto al indicador pronóstico más importante.
5. Hubo cegamiento de todos los sujetos.
6. Hubo cegamiento de todos los terapeutas que administraron la terapia.
7. Hubo cegamiento de todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave.
8. Se obtuvieron medidas de al menos un resultado clave de más del 85% de los sujetos asignados inicialmente a los grupos.
9. Todos los sujetos para los cuales se disponía de medidas de resultado recibieron el tratamiento o la condición de control según lo asignado o, en caso contrario, los datos de al menos un resultado clave se analizaron por intención de tratar.
10. Los resultados de las comparaciones estadísticas entre grupos se informan para al menos un resultado clave.
11. El estudio proporciona medidas puntuales y medidas de variabilidad para al menos un resultado clave.